



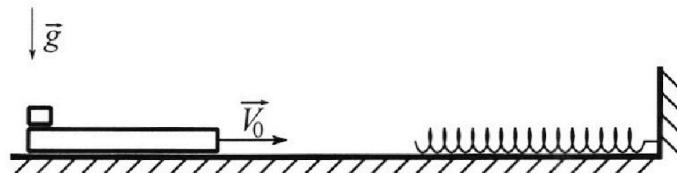
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-01



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

1. Длинная доска массой $M = 2$ кг, на одном конце которой лежит небольшой брускок массой $m = 1$ кг, движется по горизонтальной гладкой поверхности со скоростью $V_0 = 2$ м/с. В некоторый момент доска начинает сжимать лежащую на поверхности легкую достаточно длинную пружину с коэффициентом жесткости $k = 27$ Н/м, которая одним концом упирается в стенку (см. рис.). Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Число «пи» в расчётах можете считать равным $\pi \approx 3$. Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

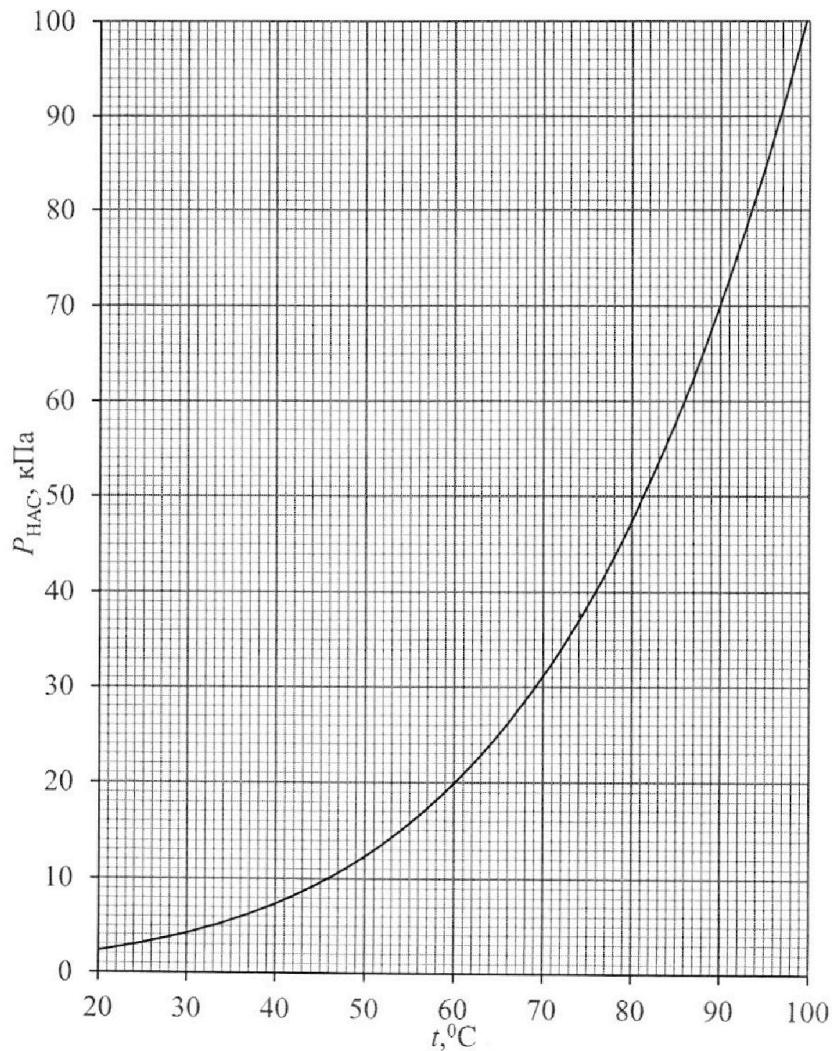


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

2. В вертикальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем находится влажный воздух при давлении $p_0 = 150$ кПа, температуре $t_0 = 86$ °С и относительной влажности $\phi_0 = 2/3$ (66,7%). Содержимое цилиндра постепенно остывает до температуры $t = 46$ °С. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти парциальное давление пара P_1 при 86 °С.
- 2) Найти температуру t^* , при которой начнётся конденсация пара.
- 3) Найти отношение объёмов содержимого цилиндра V/V_0 в конце и в начале остывания.

Объём жидкости по сравнению с объёмом газа можно пренебречь. Пар считать идеальным газом.





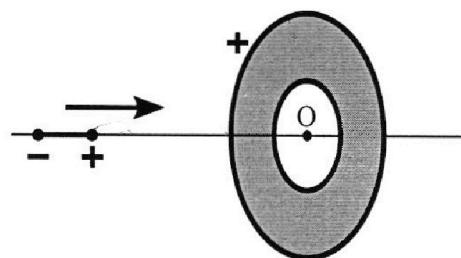
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**

Вариант 11-01



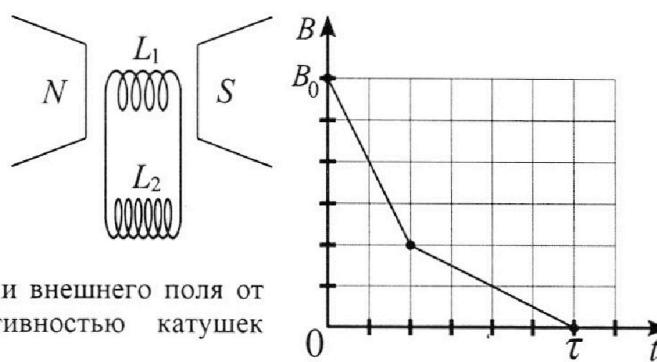
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется с некоторой начальной скоростью из бесконечно удаленной точки вдоль оси симметрии диска и пролетает через отверстие. Заряды диполя находятся на маленьких шариках, на диполь действуют только силы электрического поля диска, диск закреплен, при пролете диполь не отклоняется от оси диска. Минимальная начальная скорость диполя, необходимая для пролета, равна V_0 . Диполю сообщают начальную скорость $2V_0$.



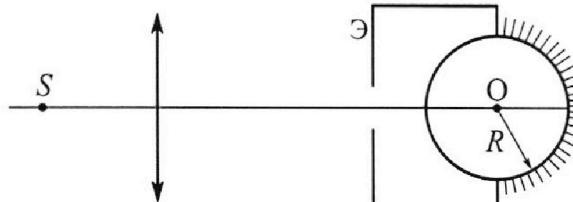
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти разность максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 4L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Изначально тока в катушках нет. Внешнее поле выключают в течение времени τ . Зависимость индукции внешнего поля от времени показана на рисунке. Взаимной индуктивностью катушек пренебречь.



- 1) Найти ток I_0 через катушку L_1 в конце выключения внешнего поля.
- 2) Найти заряд, протекший через катушку L_1 за время выключения внешнего поля.

5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием F расположены центр O прозрачного шара и точечный источник S , удалённый от линзы на расстояние $a = 1,5F$ (см. рис.). На поверхность шара, противоположную поверхности входа лучей, нанесено идеально отражающее зеркальное покрытие. С шаром жестко скреплен непрозрачный экран \mathcal{E} с небольшим круглым отверстием. Если шар расположен так, что расстояние от центра линзы до ближайшей к нему точки шара равно $b = 8F/3$, то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



- 1) Найти радиус R шара.

После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы увеличилось на $\Delta = 2F$, изображение источника снова совпало с самим источником.

- 2) Найти показатель преломления вещества шара.

Отражение света от наружной поверхности шара пренебрежимо мало. Экран \mathcal{E} обеспечивает малость углов α лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения $\sin \alpha \approx \alpha$.

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
1 из 6

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$M = 2 \text{ кг}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$V_0 = 2 \text{ м/с}$$

0 кин. энрг.

доска нач. склон.

лифт до дна пещеры
нр. с $k = 2 \text{ Н/м}$.

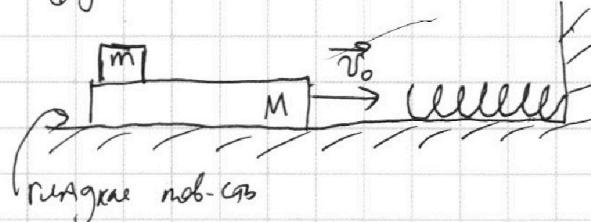
$M = 0.3 - \text{коэф. трения доски по дну}$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

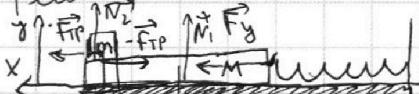
Груз и доска движ. в один
вертик. ли-ти

$$\sqrt{3} \approx 3$$

$$\int g$$



Решение:



брюсок хочет двигаться
вправо, но это невозможно, а доска нач. склон.

Следует приложить 23Н на ось X и ось Y.

$$\sum F_x = M a_{2x} = F - F_f \quad \begin{array}{l} \text{две групп.} \\ \text{мас. бр. склон.} \\ \text{если одна из групп движется, то другая не может} \end{array}$$

$$\sum F_y = M a_{2y} = 0$$

$$\textcircled{1}: M a_{2x} = F - F_f$$

$$\textcircled{2}: M a_{2y} = N_2 - M g - N_1 = 0$$

$$F_f = K a_x = 3 \text{ Н}$$

$$\textcircled{3}: M a_{2x} = F_f$$

$$\textcircled{4}: N_2 = M g$$

и нет опоры

$$F_f \leq \mu N_2 = \mu M g$$

$$\Rightarrow a_{2x} \leq \mu g$$

после этого момента
их скорость
и ускорение были
одинаковыми

(иначе система
была бы АДЗ и не
могла двигаться)

разб. на две части
из-за V, а в начале шайба d1
затем момент пружины-
точка

3(2):

$$\frac{(M+m)V_0^2}{2} = \frac{(M+m)V_1^2}{2} + K \frac{\Delta x_1^2}{2}$$

Считаем, что в момент t_1 масса тела не движется.
первое континуал с нр.

$$\text{В этот момент } F_f = \mu M g: \quad \left\{ \begin{array}{l} M a_{2x1} = K \Delta x_1 - \mu M g \\ M a_{2y1} = M g \end{array} \right.$$

В момент прохождения:

Будет движение ускорение a_{2x1} (бес. массы)
затем, если a_{2x1} , (затем, если a_{2x1})



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

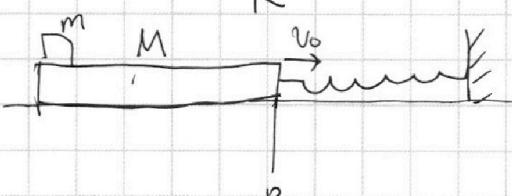
СТРАНИЦА
2 из 6

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{K}{M} \Delta x - \mu \frac{m}{M} g = M \ddot{x}$$

$$\Delta x = \mu_g \left(1 + \frac{m}{M}\right) \cdot \frac{M}{k}$$

$$\Delta x = \mu g \frac{(M+m)}{15}$$



→ Natural geography

$$\Delta x = 0,3 \cdot 10 \cdot \left(1 + \frac{1}{2}\right) \cdot \frac{2}{2+} (M)$$

$$\Delta x = 3 \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{2}{2+M} = \frac{1}{3} M \approx 0,33 M$$

Mykorrhiza gennata, but more like
not Bolete than Lactare.

Бүгүн 19 сар. күн. күнүн жана күнөм

$$go \text{ ux otn. npom.: } K x^i = -(M+m) \dot{x}^i$$

$$Kx^1 + (M+m)x^1 = 0 \rightarrow \frac{K}{M+m}x^1 + x^1 = 0$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m + m_0}}$$

$$x^1 = A \cos(\omega t) + B \sin(\omega t)$$

$$x'(0) = 0 \Leftrightarrow x'(0) = A + B \cdot 0 \Rightarrow A = 0 \Rightarrow x = B \sin(\omega t)$$

$$x'(t) = \Delta x = \mu g \frac{(m+m)}{k}$$

$$B \sin(\omega t) = \mu_0 \frac{(H+m)}{k}$$

β -аланинъ \rightarrow β -гамма арг. X_{max} , см. сб. № 100 и
также в пат. № 104. № 104. № 104.

3(7) :-

$$\frac{(\mu+m) \cdot v_0^2}{2} = \frac{(\mu+m) \cdot 0^2}{2} + \frac{\kappa (x'_{\max})^2}{2} \Rightarrow \sqrt{\frac{\mu+m}{\kappa}} v_0 \sin(\omega t) =$$

$$= \mu g \frac{(M+m)}{T_0}$$

$$\sin(wt) = \frac{M_2}{V_0} \sqrt{\frac{Mem}{L}} \quad \Rightarrow \quad \sin(wt) = 0.3 \cdot \frac{10}{2} \sqrt{\frac{2+1}{2+1}} =$$

$$\sin \text{cutl} = \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{3}$$

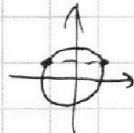
$$\sin(\omega t) = \frac{1}{2}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

СТРАНИЦА
3 из 6

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по **каждой из задач** нумеруются **отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

$$\sin(\omega t) = \frac{1}{2} \Rightarrow$$



~~(изображение)~~

$$\begin{cases} \omega t = \frac{\pi}{6} \\ \omega t = \frac{5\pi}{6} \end{cases}$$

$$T = \frac{\pi}{6} \cdot \sqrt{\frac{M+m}{K}} \approx \frac{3}{6} \cdot \frac{1}{3} = \frac{1}{6} \approx 0,17 \text{ c}$$

$$T = \frac{5\pi}{6} \sqrt{\frac{M+m}{K}} \approx \frac{5 \cdot 3}{6} \cdot \frac{1}{3} = \frac{5}{6} \approx 0,83 \text{ c}$$

$$\begin{array}{r} 16 \\ - 10 \\ \hline 6 \\ - 50 \\ \hline 40 \\ - 36 \\ \hline 4 \end{array}$$

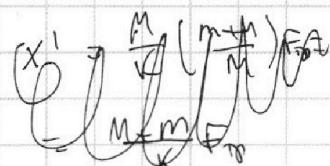
$$\begin{array}{r} 6 \\ - 5 \\ \hline 1 \\ - 50 \\ \hline 45 \\ - 45 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\dot{x}' = \omega B \cos(\omega t), \text{ а } B \text{ гарм. кол.бр. } \quad \ddot{x}'(t) = \omega B \cos(\omega t)$$

до нач. проскальз.:

В предыдущем вр. при сч. напр.:

$$\frac{Kx'}{m} - \sqrt{\frac{M}{m}} \frac{F_0}{g} = \sqrt{\frac{M+m}{m}} \frac{F_0}{g}$$



$$x' = \frac{F_0}{K} \left(\frac{1}{m} + \frac{1}{M} \right) \cdot M$$

$$x' = \frac{F_0}{K} \frac{M+m}{m}$$

т.к.

если РАСМ. схема,
то в первом он звук. дез
стремится и после момента
неподвижности напр.
м-и, то зв-и 23И
будет т.к. т.к.

T.O. Все звук. от схем
получены звуками звук. дез. при блокаде.

т.к. это момент начала проскальзывания
т.е. достаточно, чтобы такое, что проскальзыва-
ние началось первого момента времени, когда
направление, $\cos(\omega t)$ и.э. с.с.
и в другом $\omega t = \frac{\pi}{6}$ находится.

Однако однако, т.к. эти варианты
то есть между ред., они будут
обла математически подходит, чтобы
отрываться ср-е изменяется. А Т.О. Сработает
он когда РАСМ. схема $\omega t = \frac{\pi}{6}$
также варианты $\omega t = \frac{5\pi}{6}$, т.к. в этот раз
отрывается отрыв, а второй вариант не будет
подходит в данном случае.

Ит.о. $T \approx 0,17 \text{ c}$.

Найдем ускорение доски в момент
максимального ската пружины:

т.к. $\cos(\frac{\pi}{6}) > 0 \Rightarrow$ в момент

упр. отрывается $v > 0 \Rightarrow$ максимальное

скатие происходит после отрыва,

т.к. бруск и доска не имею
контакта с пружиной

здесь в момент макс. скатия
с.с. $v=0$.

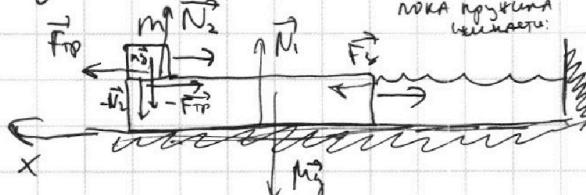
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
ЧИЗ 6

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Пл.о. нужно учитывать то, что ускорение бруска и доски не одинаковы, а есть трение, пока происходит проскальзывание, т.к.



$$F_{\text{пр}} = \mu m g. \quad 234: \begin{array}{l} \text{предн. напр.} \\ \text{бр. имее} \\ \text{стремя} \\ \text{"зато"} \end{array}$$

(*) $\dot{x}_1 = M \ddot{x}_2 = Kx^1 - \mu m g$

$$M \ddot{x}_2 = \mu m g$$

$$\Rightarrow \ddot{x}_2 = \frac{K}{M} x^1 - \mu \frac{m}{M} g$$

$$\ddot{x}_1 = \mu g$$

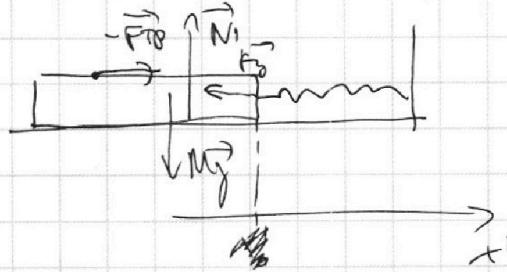
Начало проскальзывания

Брускa проскальзывает ско-
рости, т.к. $\ddot{x}_2 > \ddot{x}_1 (x_2'')$.

В момент отрыва $\ddot{x}_2 = \ddot{x}_1$, т.к.

т.о. брускa быстрее теряет сцепление с доской.

Пл.о. она остановится раньше, чем брускa и их сила сцепления сократится до нуля \Rightarrow в это время трение бруска $= \mu m g$.



$$M \ddot{x}^1 = \mu m g - Kx^1$$

$$\ddot{x}^1 + \frac{K}{M} x^1 = \frac{\mu m g}{M}$$

Гармон. колеб.

если это же пренебр. врем.

(от отр. до осл. доски)

$$\omega = \sqrt{\frac{K}{M}} \Rightarrow x^1 = A \cos(\omega t) + B \sin(\omega t)$$

$$x^1 = A \omega \sin(\omega t) + B \omega \cos(\omega t)$$

$$\text{Однако } x^1 = 0,$$

то в точке

начало колебаний

располож. бруска

$x^1 = \frac{M}{M+m} g$ из-за

$$\begin{aligned} x^1(0) &= \frac{M}{M+m} g \Rightarrow A_0 = \frac{M}{M+m} g \\ x^1 &= A_0 \cos(\omega t) + B_0 \sin(\omega t) \\ x^1 &= -\omega A_0 \sin(\omega t) + \omega B_0 \cos(\omega t) \\ x^1 &= -\omega^2 B_0 \sin(\omega t) \end{aligned}$$

или

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
5 из 6

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

$$\dot{x}^1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_0)$$

$$x^1(0) = \frac{\mu g(M+m)}{K} \Rightarrow A_1 \cos \varphi_0 = \frac{\mu g(M+m)}{K}$$

$$\dot{x}^1(t_2) = 0$$

Мин. Точки.

$$\dot{x}^1 = -\omega A_1 \sin(\omega t + \varphi_0)$$

$$-\omega A_1 \sin(\omega t_2 + \varphi_0) = 0$$

$$\sin(\omega t_2 + \varphi_0) = 0$$

Аналогично, выбираем максимальные
точки: $\omega t_2 + \varphi_0 = 0$

$$\varphi_0 = -\omega t_2$$

$$\ddot{x}^1 = -\omega^2 A_1 \cos(\omega t_2 + \varphi_0)$$

$$\ddot{x}^1(t_2) = -\omega^2 A_1, \text{ при } \rightarrow \text{ при } A_1 - \text{ максимум, т.е. б. жесткое сущ.}$$

Прич. ст. нутрии.

$$\ddot{x}^1(t_2) = \frac{\mu g m}{M} - \frac{KA_1}{M}$$

* из 23Н

$$\frac{\mu g M}{M} - \frac{KA_1}{M} = -\omega^2 A_1$$

$$\frac{m \mu g}{M} = -\frac{K}{M} A_1 + \frac{K}{m} A_1$$

Т. к. м.с.

\Rightarrow Мес. Вид:



Видим 0 врем. в нач. $x^1 = 0$ (одн. фазич. нач. го

x^1_0 , но для этого надо заложить условие без упругости),

$$x^1(0) = 0 \Rightarrow A_1 = 0, x^1 = B_1 \sin(\omega t); \text{ т.к. } x^1 = 0, B_1 = \frac{\mu g}{Km}.$$

т.к.



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
6 ИЗ 6

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по **каждой из задач** нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\ddot{x}^1 = -\omega^2 B_1 \cos(\omega t) \quad \rightarrow \quad \omega B_1 \cos(\omega t_2) = 0 \Rightarrow \omega t_2 \text{ мол. отр.}$$

$$\dot{x}^1 = \omega B_1 \cos(\omega t) \quad \ddot{x}^1 = -\omega^2 B_1$$

Нач. $\ddot{x}(0) = \frac{\Delta x}{M} \Rightarrow$ ~~небольшой~~

$$\begin{cases} \ddot{x}(0) = \frac{\Delta x}{M} \\ x'(0) = 0 \end{cases}$$

$$\frac{(M+m)v_1^2}{2} = \frac{k\Delta x_1^2}{2} - \frac{(M+m)v_0^2}{2}$$

$$v_1^2 = \frac{k}{M+m} \cdot \frac{Mg(M+m)}{k} - \frac{(M+m)v_0^2}{2}$$

$$v_1^2 = \frac{(Mg)^2(M+m)}{k} - \frac{(M+m)v_0^2}{2}$$

в мол. отр.

знач:

нагружение: ~~ДЕТАЛЬНО~~ ~~воздух~~

так

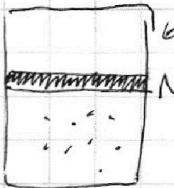
Отв: 1) 0,33m; 2) 0,17c

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА
1 из 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



6 градусов $p_0 = 150 \text{ кПа}$
 $t_0 = 26^\circ\text{C}$
 $\varphi_0 = 2/3$
 соотв. началь. осн. $y_0 t = 46^\circ\text{C}$
 избыточн. пр. Зат-ти $p_{n,n}(T)$

1) $p_1(26^\circ\text{C}) - ?$

2) $t^* - ?$
 ~ конс.

3) $V/V_0 - ?$

~ давлени
 избыт.
 темп-ра в конс
 и в реале оставлена

$V_x \leq V_r$; нап-киг. ГАЗ

т.к. соотв. началь. осн. постоянны

\Rightarrow $\frac{p_0}{p_{n,n}} = \text{const}$.
 постоянные параметры

Сумма конс + конс. = 0

Решение

Конс.

Когда давление и темп., когда начальные давл. пара $p_{n,n}(t^*) = p_{n,n}(t_0)$

~~Давление воздуха приходит в равновесие, т.к. давление $p = \text{const}$~~
~~давление регулируется~~

т.к. $\frac{p_0}{p_{n,n}} = \text{const}$.

$$J_R t^* = p_0 V_1$$

$$J_C R t^* = p_C V_1$$

$$J_{n,o} R t^* = p_{n,n}(t^*) V_1$$

$$J_C R t_0 = p_{n,o} V_0$$

$$J_{n,o} R t_0 = p_{n,o} V_0$$

$$p_C + p_{n,n}(t^*) = p_0 \Rightarrow$$

$$\frac{p_0 - p_{n,n}(t^*)}{p_{n,n}(t^*)} = \frac{p_{n,o}}{p_{n,o}}$$

Решение
 1) $p_0 V_0 = J_R t_0$

$$p_0 = p_{n,n}(t_0) + p_{n,o}$$

$$\varphi_0 = \frac{p_{n,n}(t_0)}{p_{n,n}(t_0) + p_{n,o}}$$

$$p_{n,n}(t_0) = 60 \text{ кПа} \rightarrow \text{из } \frac{p_0}{k_A}$$

2) $p_{n,n}(t^*)$

$$p_{n,n} = \frac{2}{3} \cdot p_{n,n} =$$

$$= \frac{2}{3} \cdot 60 = 40 \text{ кПа}$$

$$\Rightarrow p_{n,o} = \left(\frac{150}{150} - \frac{40}{150} \right) (150) \text{ кПа}$$

$$p_{n,o} = 110 \text{ кПа}$$

$$p_{n,n} + p_{n,o} = p_0$$

3) $p_{n,n}(t^*)$

старое = перв. и. п. при давлении

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

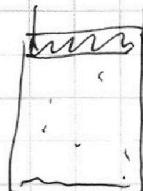
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{P_0}{X} = 1 + \frac{P_{C,0}}{P_{n,0}}$$

$$X = \frac{P_0}{1 + \frac{P_{C,0}}{P_{n,0}}} = \frac{150 \text{ (кН)}}{1 + \frac{10}{40}} = \frac{150 \cdot 4}{4 + 10} = 40 \text{ кПа}$$

По условию $t^* = 273 + 46^\circ\text{C}$

• $X = P_{n,n}(t^*)$, при нахождении X , темп. MAX. норм. t^*



$$P_0 V_0 = (J_{c,0} + J_{n,0}) R t_0$$

$$P_0 V = (J_{c,0} + J_{n,2}) R t$$

• с избыточ. t^* -
как-то дж. Воздух
с избыточ. t^* -
норм.

$$\frac{V_0}{V} = \frac{(J_{c,0} + J_{n,0}) t_0}{(J_{c,0} + J_{n,2}) t}$$

• В конце осв. в.,
когда скончалась некоторое
как-то норм.

• т.к. после того, как темп. газа понизится до 27°C ,
нар. произойдет конденс. \Rightarrow он еще насущенен!

$$J_{n,2} R t = P_{n,n}(t) \cdot V$$

$$J_{c,0} R t = (P_0 - P_{n,n}(t)) V$$

из уравнения
 $P_{n,n}(t) = 10 \text{ Па}$

$$\frac{J_{c,0}}{J_{n,2}} = \frac{(P_0 - P_{n,n}(t))}{P_{n,n}(t)} \approx 2 \quad \Rightarrow \quad J_{c,0} = 2 J_{n,2}$$

$$\frac{J_{c,0}}{J_{n,0}} = \frac{P_{c,0}}{P_{n,0}}$$

з/з

$$\frac{V_0}{V} = \frac{(J_{c,0} + J_{n,0}) t_0}{(J_{c,0} + \frac{J_{c,0}}{2}) t}$$

$$\frac{273}{353}$$

$$\frac{V_0}{V} = \frac{\left(1 + \frac{P_{n,0}}{P_{c,0}}\right) t_0}{\left(1 + \frac{P_{n,n}(t)}{P_0 - P_{n,n}(t)}\right) t} = \frac{\left(1 + \frac{40}{110}\right) \cdot (273 + 46)}{\left(1 + \frac{10}{150 - 10}\right) (273 + 46)}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА
3 ИЗ 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{V_0}{V} = \frac{\left(1 + \frac{4}{11}\right) (213+86)}{\left(1 + \frac{1}{14}\right) (2+3+46)} = \frac{\frac{15}{11} \cdot 359}{\frac{15}{14} \cdot 319} = \frac{5026}{3509}$$

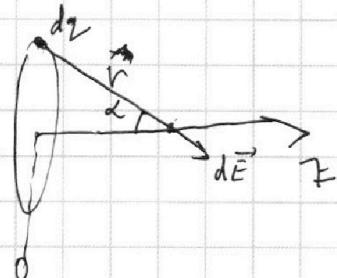
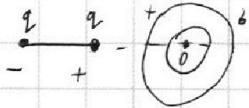
Ответ: 1) 40 кПа; 2) 76°C; 3) $\frac{5026}{3509}$.

$$\begin{array}{r} 5026 \\ - 3509 \\ \hline 1517 \end{array}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

СТРАНИЦА
1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$dE = \frac{Kdq}{r^2}$$

$$dE_0 = dE \cos \alpha = \frac{Kdq}{r^2} \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{z}{r} \Rightarrow dE_0 = \frac{Kdq}{r^2} \frac{z}{r} = \frac{Kdq \cdot z}{r (z^2 + R^2)^{3/2}}$$

$$r = \sqrt{z^2 + R^2}$$

~~Бесконечный цилиндр~~

$$E_K = \frac{KQz}{(z^2 + R^2)^{3/2}}$$

$$E_A = \int dE_A \quad \leftarrow \text{разбиваем диск на кольца.}$$

$$+ \quad E_B = \int dE_B = \int \frac{Rz}{(z^2 + R^2)^{3/2}} \cdot 2 \cdot 2\pi R dR = Kz \cdot 2\pi \int \frac{2R dR}{(z^2 + R^2)^{3/2}}$$

$$= Kz \cdot 2\pi z \int \frac{R dR}{(z^2 + R^2)^{3/2}} = Kz \cdot 2\pi z \int \frac{d(R^2)}{(z^2 + R^2)^{3/2}} =$$

$$= Kz \cdot 2\pi z \int_{R_1}^{R_2} \frac{d(R^2 + z^2)}{(R^2 + z^2)^{3/2}} =$$

$$= Kz \cdot 2\pi z \cdot \left(-\frac{1}{2}\right) \cdot \left.\frac{1}{(R^2 + z^2)^{1/2}}\right|_{R_1}^{R_2} =$$

$$= Kz \cdot 2\pi z \left(-\frac{1}{2}\right) \left(\frac{1}{\sqrt{z^2 + R_2^2}} - \frac{1}{\sqrt{z^2 + R_1^2}}\right) =$$

$$= \frac{2Kz\pi z}{\pi} \left(\frac{1}{\sqrt{z^2 + R_1^2}} - \frac{1}{\sqrt{z^2 + R_2^2}}\right)$$

$$E_B = 0 \Leftrightarrow z \rightarrow \infty$$

$$\varphi(z) = 0$$

$$\varphi(z) = - \int E dz \quad \checkmark \text{ констант потенциал от этого диска.}$$



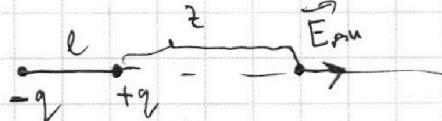
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\begin{aligned}
 \Psi(z) &= 2 \int \frac{K \beta \pi z}{\sqrt{z^2 + R_1^2}} q \cdot \frac{dz}{\sqrt{z^2 + R_1^2}} - 2 \int \frac{K \beta \pi z}{\sqrt{z^2 + R_2^2}} \cdot \frac{dz}{\sqrt{z^2 + R_2^2}} = \\
 &= \frac{K \beta \pi}{\sqrt{R_1^2}} \int \frac{dz}{\sqrt{z^2 + R_1^2}} - \frac{K \beta \pi}{\sqrt{R_2^2}} \int \frac{dz}{\sqrt{z^2 + R_2^2}} = \\
 &= \frac{K \beta \pi}{\sqrt{R_1^2}} \int \frac{d(z^2 + R_1^2)}{\sqrt{z^2 + R_1^2}} - \frac{K \beta \pi}{\sqrt{R_2^2}} \int \frac{d(z^2 + R_2^2)}{\sqrt{z^2 + R_2^2}} = \\
 &= 2 \frac{K \beta \pi}{\sqrt{R_1^2}} (z^2 + R_1^2)^{\frac{1}{2}} - 2 \frac{K \beta \pi}{\sqrt{R_2^2}} (z^2 + R_2^2)^{\frac{1}{2}} = \\
 &= 2 K \beta \pi \left(\sqrt{z^2 + R_1^2} - \sqrt{z^2 + R_2^2} \right)
 \end{aligned}$$



Когда напряж. между точками V_0 , она же.

ширина \Rightarrow предположение
что центр диска скреплен
своим концом $= 0$.

т.о. из 3(г):

$$W_1 = \frac{2mV_0^2}{2}, \text{ где } m = \frac{q}{2\pi R^2}$$

~~E_dip q~~

~~$F_d = q [E, B]$~~

$$\frac{2mV_0^2}{2} + 0 = \frac{1}{2} \sum q_i \varphi_i$$

$$\frac{2 \cdot 4mV_0^2}{2} + 0 = \frac{1}{2} \sum q_i \varphi_i + \frac{mV_1^2}{2} \Rightarrow \frac{mV_1^2}{2} = 2mV_0^2 \Rightarrow V_1 = \sqrt{2} V_0$$

$$E_{\text{дип}} = E_+ - E_-$$

$$E_{\text{дип}} = \frac{kq^2}{z} - \frac{kq^2}{z+l}$$

$$E_{\text{дип}} = kq^2 \left(\frac{z+l-z}{z+l} \right)$$

$$E_{\text{дип}} = \frac{kq^2 \cdot l}{(z+l)}$$

также диполе

~~$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{[d\vec{r}, \vec{r}]}{r^3}$$~~

т.к. это близко-дальнее



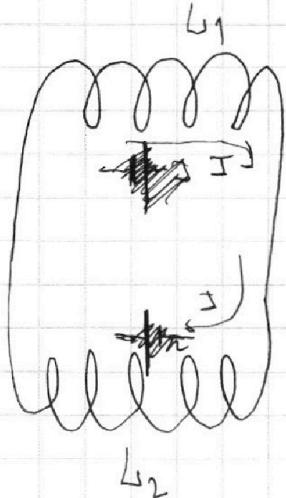
111

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\mathcal{B}(x_1) = B_1$$



$$\Phi_1 = B_1 S_1 n$$

$$E = \frac{d\Phi}{dt}$$

$$E = -L_1 \frac{dI}{dt}$$

~~Е = -L1 di/dt~~

~~E = -L1 di/dt~~



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$6x^1 = \frac{nB_0S_1}{5L} \Rightarrow x^1 = \frac{nB_0S_1}{30L}$$

$$6y = \tau \Rightarrow y = \frac{\tau}{6}.$$

$$y = 24 \cdot \frac{nB_0S_1}{30L} \cdot \frac{\tau}{6} = \frac{4}{30} \frac{nB_0S_1\tau}{L} = \frac{2}{15} \frac{nB_0S_1\tau}{L}$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{nB_0S_1}{5L}; 2) \frac{2}{15} \cdot \frac{nB_0S_1\tau}{L}.$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
2 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{k}{M} \Delta x - \mu mg = Mg$$

Исходная деформация.

$$\Delta x = 0,3 \cdot 10 \left(1 + \frac{1}{2}\right) \cdot \frac{2}{2+1} M$$

$$\Delta x = Mg \left(1 + \frac{m}{M}\right) \cdot \frac{M}{K}$$

$$\Delta x = 3 \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{2}{2+1} M = \frac{9}{2+1} M = \frac{1}{3} M \approx$$

$$\approx 0,33 M.$$

$$\Delta x = \mu g \frac{(m+M)}{K}$$

$$v_0$$

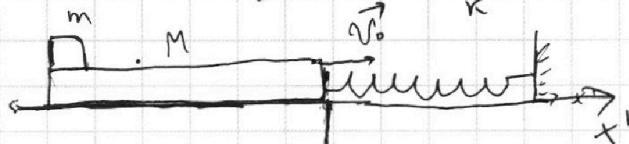


График амплитуды, вид
она может быть различной
так как это.

Быть такому случаю приложении силы со сдвигом отн. пром:

$$Kx' = -(m+M)\ddot{x}' \quad \rightarrow \quad \frac{K}{M+m} x' + \ddot{x}' = 0 \quad \text{Упр-е гармонич. колеб.}$$

$$Kx' + (M+m)\ddot{x}' = 0$$

$$\omega = \sqrt{\frac{K}{M+m}}$$

$$x' = A \cos(\omega t) + B \sin(\omega t)$$

$$\text{при } x'(0) = 0 \quad \Rightarrow \quad x'(0) = A \cdot 1 + B \cdot 0 \Rightarrow A = 0 \Rightarrow x' = B \sin(\omega t)$$

$$x'(\tau) = \Delta x = \mu g \frac{M}{K} \quad \text{или} \quad \mu g \frac{(M+m)}{K}$$

$$B \sin(\omega \tau) = \mu g \frac{(M+m)}{K}$$

Но B-амплитуда равна в данном случае x'_{\max} , т.к. если бы

силы и масса не имели проскальз. они же друг друга.

ЗС: \downarrow x_{\max} - в макс. отклонении

$$Kx_{\max} \quad \frac{(M+m)v_0^2}{\tau^2} = \frac{(M+m) \cdot 0^2}{\tau^2} + \frac{K(x_{\max})^2}{\tau^2} \Rightarrow$$

$$K \sqrt{\frac{M+m}{K}} v_0 = x_{\max} \Rightarrow B = \sqrt{\frac{M+m}{K}} v_0 \Rightarrow$$

$$\sqrt{\frac{M+m}{K}} v_0 \sin(\omega \tau) = \mu g \frac{(M+m)}{K}$$

$$\sin(\omega \tau) = \frac{\mu g}{v_0} \sqrt{\frac{M+m}{K}} \Rightarrow \sin(\omega \tau) = \frac{0,3 \cdot 10}{2} \sqrt{\frac{2+1}{2+1}} =$$

$$\sin(\omega \tau) = \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{3} = \frac{1}{2}$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА
_ ИЗ _

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по **каждой из задач** нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

()

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
3 ИЗ —

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{V_0}{V} = \frac{\left(1 + \frac{4}{11}\right) \cdot 359}{\left(1 + \frac{1}{14}\right) \cdot 319} = \frac{\frac{15}{11} \cdot 359}{\frac{15}{14} \cdot 319} = \frac{14 \cdot 359}{11 \cdot 319}$$

~~$\frac{V_0}{V} = \sqrt{\frac{14 \cdot 359}{11 \cdot 319}}$~~

$$\begin{array}{r} 23 \\ 359 \\ \times 14 \\ \hline 1436 \\ 319 \\ \hline 3509 \end{array}$$

$$V_0 = \frac{V}{14 \cdot 359} = \frac{3509}{5026}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1

2

3

4

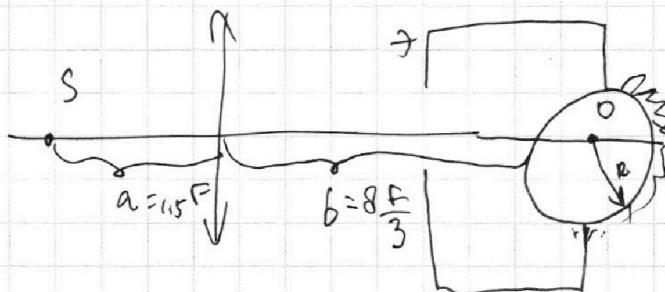
5

6

7

СТРАНИЦА
1 из 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!





На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1

2

3

4

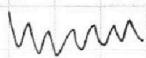
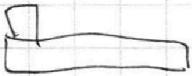
5

6

7

СТРАНИЦА
ИЗ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



m v'